

MARCELLA DEWES CASSAL

**O uso do inserto ultrassônico associado à instrumentação mecanizada na
redução de superfícies não instrumentadas de canais
radiculares ovais/achatados avaliados por micro-CT:
revisão sistemática e meta-análise**

São Paulo

2023

MARCELLA DEWES CASSAL

**O uso do inserto ultrassônico associado à instrumentação mecanizada na
redução de superfícies não instrumentadas de canais
radiculares ovais/achatados avaliados por micro-CT:
revisão sistemática e meta-análise**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas para obter o título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Endodontia

Orientador: Prof. Dr. Marcelo dos Santos

São Paulo

2023

Catálogo da Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Cassal, Marcella Dewes.

O uso do inserto ultrassônico associado à instrumentação mecanizada na redução de superfícies não instrumentadas de canais radiculares ovais/achatados por micro-CT: revisão sistemática e meta-análise / Marcella Dewes Cassal; orientador Marcelo dos Santos. -- São Paulo, 2023.

79 p. : fig., tab. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. -- Área de concentração: Endodontia. Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.
Versão Corrigida.

1. Microtomografia computadorizada. 2. Ponta ultrassônica. 3. Preparo de canal radicular. 4. Endodontia. I. Santos, Marcelo dos. II. Título.

Cassal MD. O uso do inserto ultrassônico associado à instrumentação mecanizada na redução de superfícies não instrumentadas de canais radiculares ovais/achatados avaliados por micro-CT: revisão sistemática e meta-análise. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em: 07/07/2023

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). Laila Gonzales Freire Gusukuma

Instituição: FOUSP

Julgamento: Aprovada

Prof. Dr. José Antônio Poli de Figueiredo

Instituição: UFRGS

Julgamento: Aprovada

Prof. Dr. Harry Davidowicz

Instituição: CEEPO

Julgamento: Aprovada

Aos meus pais. Aos meus avós. E ao meu amor.

Obrigada por serem a base. Obrigada pela magia de transformar amor em coragem.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela proteção, e por colocar em minha vida verdadeiros anjos ao longo de toda a minha caminhada.

“Raramente nos damos conta de que estamos cercados pelo Extraordinário. Os milagres acontecem à nossa volta, os sinais de Deus nos mostram o caminho, os anjos pedem para serem ouvidos – mas, como aprendemos que existem fórmulas e regras para chegar até Deus, não damos atenção a nada disto. Não entendemos que Ele está onde O deixam entrar.” (Paulo Coelho)

À minha mãe **Jani** e ao meu pai **Fernando**, por me darem mais do que a vida, me darem asas e me incentivarem a usá-las. Por acreditarem em mim a cada escolha e por mergulharem nos meus sonhos tanto quanto eu. Por entenderem que é preciso estar longe, mesmo quando o coração gostaria de estar perto. Obrigada pelo abraço caloroso a cada volta para casa. Só sou o que sou por causa de vocês! Aos meus avós maternos **Ítalo (in memorian)** e **Geneci** por também terem me criado, contribuído na minha formação, me ensinando a ler e escrever antes mesmo de eu iniciar a escola. Aos meus avós paternos **Luís Fernando** e **Liliam** por entenderem a minha ausência e por sempre me esperarem com um bom café da tarde e com os braços abertos de saudade. Aos **meus familiares**, em especial aos meus padrinhos, **Jonas** e **Inez** por estarem sempre presentes na minha vida. Aos meus filhos de quatro patas, **Bella** e **Luke Gumercindo**, por me ensinarem todos os dias lições sobre o que é amar sem esperar nada em troca e por trazerem tanta felicidade à nossa família. Ao amor da minha vida, meu noivo, **Pedro**, por sonhar o mesmo sonho que o meu, por embarcar “de mala e cuia” nessa aventura que foi mudar de estado, entrar em uma Pós-Graduação e fazer dessa nova fase um novo lar. Obrigada por compartilhar a vida ao meu lado, por se preocupar comigo, por ser meu ponto de equilíbrio, por sempre acreditar em mim e me mostrar que todas as situações podem ser resolvidas da maneira mais descomplicada possível. Aos meus sogros, **José** e **Mirian** por sempre torcerem pela realização dos nossos sonhos e a toda a família **Cardoso/Saraiva/Soares**, por serem a minha segunda família e proporcionarem tantos momentos agradáveis, sempre cheios de felicidade e amor.

“Família é quem sabe amar, respeitando o diferente. Tem apoio, tem amor em tudo aquilo que sente. É quem você quer cuidar e quem cuida da gente. Família é quem tem o dom de estar ao nosso lado segurando nossa mão no caminho a ser trilhado. Família é quem tem o dom de cuidar e ser cuidado”. (Bráulio Bessa)

À **Universidade de São Paulo**, por ter me permitido realizar meu sonho e por ter me apresentado excelentes profissionais e colegas ao longo dessa caminhada.

Ao meu orientador, professor Doutor **Marcelo dos Santos**, por abrir para mim todas as portas que eu buscava, desde a Especialização, e por ensinar com tanta maestria a Endodontia. Você é um excelente profissional e, mais do que isso, uma grande pessoa, que ensina a todos que estão à sua volta muito mais do que Endodontia. Você ensina verdadeiras lições sobre empatia, humildade e afeto. Obrigada por me enxergar com tanta generosidade e por me ouvir com tanta atenção. Você é inspiração! À minha querida professora Doutora **Laila Gonzales Freire Gusukuma**, por ter contribuído tanto ao longo da minha formação como endodontista, compartilhando com muita didática todo o seu conhecimento e por ter me direcionado todas as vezes que eu precisei de ajuda. Te admiro em tudo o que faz, pois você faz tudo com dedicação e amor. Você é uma pessoa incrível!

À vocês, minha eterna gratidão e admiração!

“Aqueles que passam por nós, não vão sós, não nos deixam sós. Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós”. (Antoine de Saint-Exupéry)

Aos professores do departamento da FOU SP, **Mary Carlyne, Celso, Carla, Éricka e Igor** por todo o aprendizado, tanto através das disciplinas ministradas quanto nos estágios da graduação. Tive a oportunidade de estar ao lado de vocês, aprendendo com as experiências que foram muito importantes para a minha formação. Obrigada! À secretaria do departamento de Dentística, em especial ao **David** e a **Selma** e aos funcionários **Aldo** e **Leandro** por me auxiliarem nas mais diversas situações. Ao Serviço de Pós-Graduação, **Fernando e Catia**, e aos funcionários do Serviço de Documentação Odontológica, **Glauci** e **Vânia**, por me auxiliarem e sanarem minhas dúvidas.

Aos meus **companheiros da Pós-Graduação**, em especial a **Ana, Leandro, Karol, Glauber, Larissa, Lícia, Erica, Stephanie, Paschoal, Élida e Leonardo** por dividiram comigo muitos estágios e momentos nessa trajetória. Vocês deixam a jornada mais leve. Obrigada pelas conversas, dicas, conselhos e pela parceria. Admiro muito todos vocês e espero que todos sejam muito felizes nos caminhos que forem seguir!

Aos **professores da minha especialização em Endodontia na FUNDECTO Marcelo dos Santos, Laila Freire, Sandra Busquin, Breno Nantes, Isabel Diez, Débora Macarini, Shirley Soares, Iandara Scardini**, e em especial àquela que foi a minha maravilhosa orientadora **Karina Salzano**. Ao professor **Harry Davidowicz** que contribuiu para o nosso conhecimento como professor convidado. Juntos vocês promovem um curso de extrema excelência. Vocês foram essenciais para a minha formação não só profissional como pessoal também. E a **toda a equipe NAVE**, especialmente a **Margarete Brzozowski e a Vera Amodeo**, que me receberam no curso de atualização, a qual tenho a honra de hoje fazer parte. A **Ana Fontes e Alessandra Gambini** por fazerem parte das minhas terças-feiras. Obrigada pela oportunidade de ter todos vocês por perto!

Ao professor **André Brunoni (FMUSP)** e **toda a sua equipe** pelo grande conhecimento que me transmitiram ao longo do curso de Revisão Sistemática e Meta-análise e por toda ajuda sempre que precisei. Admiro muito todos vocês!

“Na corrida dessa vida é preciso entender que você vai rastejar, que vai cair, vai sofrer e a vida vai lhe ensinar que se aprende a caminhar e só depois a correr. A vida é uma corrida que não se corre sozinho. E vencer não é chegar, é aproveitar o caminho, sentindo o cheiro das flores e aprendendo com as dores causadas por cada espinho.” (Bráulio Bessa)

À minha amiga **Shirley Soares**, irmã que a FOUSP me deu e que levarei para toda a minha vida. Você foi essencial e esteve por perto desde quando eu comecei a vir para São Paulo. Obrigada por ser minha família nesta cidade, por sempre estender a mão. Gostaria que todos tivessem a chance de conhecer uma pessoa incrível que nem você na vida e de ter uma amizade assim. Não é sobre tempo, mas sim sobre conexão.

É um privilégio dividir com você os meus dias, as alegrias, as preocupações e as responsabilidades que a pós-graduação trás. Obrigada por tudo, sempre! À minha amiga **Iandara Scardini**, por toda a ajuda, por ser meu guia dentro da FOUSP, por ter estado sempre à disposição quando precisei. Te admiro muito pela profissional e pessoa que você é. Não tenho dúvidas de que o teu sucesso é garantido! Agradeço ao amigo **Hermano Paiva**, por ter se disponibilizado a me ajudar de prontidão, sempre com bom-humor, me dando dicas, usando o tempo, que sei que é precioso, para me transmitir os conhecimentos sobre a micro-CT. Você foi essencial nessa trajetória e que bom que no caminho existem pessoas incríveis como você!

Aos amigos que tive o privilégio de conhecer na especialização e que hoje representam minha família Paulista. **Jordana**, a minha dupla de viagem com destino à São Paulo, cheias de malas, todo mês, durante uma pandemia inesperada, uma encorajando a outra. Na volta, uma bagagem ainda mais cheia, não só de compras, mas de histórias para contar. Obrigada pela amizade que construímos, você é um presente na minha vida! À minha amiga carioca/fluminense **Thaty**, dona de um dos orações mais doces que conheço, que sempre tem uma palavra que é um aconchego para a alma. Você é maravilhosa! E **Matheus**, um amigo do coração que a vida me presenteou e que eu admiro demais como pessoa e profissional. Você é inspiração! Obrigada, queridos amigos, por serem meu chão e o meu incentivo!

"Amizade não se compra, não se vende em prateleira. Não tem promoção de amigo no shopping, nem lá na feira. Um amigo é um presente de graça, mas faz a gente ser rico pra vida inteira." (Bráulio Bessa)

À **Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul**, minha segunda casa durante alguns anos da minha vida, formadora da minha base de conhecimento, que tem por excelência um ensino de qualidade e valores fortes que são transmitidos aos alunos. Aos meus **professores da Faculdade de Odontologia**, em especial ao meu querido orientador **Denis Marcelo Carvalho Dockhorn** e a minha querida co-orientadora, **Karen Loureiro Weigert**, que me auxiliaram sempre precisei para que tudo desse certo. Nunca será suficiente agradecer pelo acolhimento e carinho transmitidos por vocês.

Aos meus **professores da disciplina de Endodontia da PUCRS José Antonio Poli de Figueiredo, Alexandre Ghisi, Nicole Rahde, Maristela Gutierrez Borba, Maximiliano Schunke, Silvana Waltrick Thayana Leão, Daiana Bottcher e Rafael Chies Hartmann.** Vocês foram, sem dúvidas, minha inspiração. Vocês me prepararam para que eu conseguisse trabalhar com segurança, para que eu conseguisse realizar a endodontia no consultório logo depois de formada e, mais do que isso, vocês fizeram eu perceber a importância e me estimularam a amar esta especialidade e querer aprender cada vez mais. Agradeço também aos **professores de todas as outras disciplinas**, pois cada um foi essencial na construção do meu conhecimento, em especial à **Sandra Pagnoncelli, Giovana Scalco, Roberta Limeira, Regênio Mafuz**, que ao longo da minha graduação tiveram papéis muito importantes para o meu aprendizado. E à minha preceptora do estágio acadêmico, **Vanessa Goulart**, pelo acolhimento e profissionalismo. Obrigada a todos vocês!

“No caminho aprendemos. No caminho florescemos. No caminho nos tornamos.” . (Wandy Luz)

Meu agradecimento às minhas amigas da graduação, em especial **Nicole, Thuany, Yasmin, Raphaela, Thais, Laura, Sabrina e Luiza.** Obrigada por serem suporte ao decorrer dos 5 anos e pela amizade que segue até hoje. Aos meus amigos do coração e da vida toda **Deisi, Max, Paola, Rafael, Eziel, Ana, Dora, Maria Clara e Fernanda**, que mesmo longe sei que sempre estão me apoiando e torcendo por mim. Sem vocês a vida não tem graça!

“Era uma raposa igualzinha a cem mil outras que existem por aí. Mas eu fiz dela uma amiga, e agora, ela é única no mundo.” (Antoine de Saint-Exupéry)

Ao meu estado **Rio Grande do Sul**, minha terra amada, onde cresci, onde aprendi e me tornei quem sou, e à **cidade de São Paulo**, que me envolveu, me recebeu e me acolheu. Muito obrigada!

“Liberdade de voar num horizonte qualquer, liberdade de pousar onde o coração quiser.”
(Cecília Meireles)

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas.
Mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana.”
Carl G. Jung

RESUMO

Cassal MD. O uso do inserto ultrassônico associado à instrumentação mecanizada na redução de superfícies não instrumentadas de canais radiculares ovais/achatados avaliados por micro-CT: revisão sistemática e meta-análise [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2023. Versão Corrigida.

O preparo de canais ovais ou achatados é um desafio, pois independente do tipo de cinemática utilizada, são observadas porcentagens consideráveis de áreas não instrumentadas após o preparo, que podem comprometer a eficácia da limpeza, principalmente em canais infectados, podendo servir como uma fonte potencial de infecção persistente. O uso do inserto ultrassônico vem sendo utilizado em várias etapas do tratamento endodôntico e tem sido proposto pela literatura como uma técnica complementar ao preparo do canal para alcançar um maior número de superfícies durante a instrumentação. Esse parâmetro foi avaliado por meio de imagens de microtomografia computadorizada que é uma ferramenta de imagem não destrutiva, utilizada para avaliar de forma detalhada o canal radicular em todos os planos. Objetivo: realizar uma revisão sistemática e meta-análise de estudos *in vitro* para analisar a eficácia do inserto ultrassônico associado à instrumentação mecanizada na redução da porcentagem de superfícies não instrumentadas de dentes humanos com canais radiculares ovais ou achatados. Métodos: A revisão sistemática foi iniciada em 15 de agosto de 2022 nas bases de dados Pubmed/MEDLINE, Scopus, EMBASE, Web of Science e Cochrane Library. Dois revisores independentes calibrados ($\kappa=0,87$) selecionaram os estudos a partir dos critérios de inclusão e exclusão. Foram incluídos estudos laboratoriais *in vitro* que utilizaram dentes humanos ovais ou achatados com rizogênese completa, sem cárie radicular, sem reabsorção radicular, sem fratura e sem tratamento endodôntico prévio que avaliaram a redução da porcentagem de superfícies não instrumentadas após o uso do inserto ultrassônico complementar ao preparo mecanizado utilizando microtomografia computadorizada como ferramenta de avaliação. Nenhuma restrição de idiomas ou de ano foi aplicada. A avaliação da qualidade metodológica dos estudos foi realizada a partir de critérios estabelecidos de acordo com a ferramenta de avaliação PRILE 2021, baseado na lista de verificação CONSORT. A análise de risco de viés foi

realizada pela ferramenta RoB 2. Em relação ao desfecho, foi considerado como variável contínua e o d de Cohen foi usado como medida de tamanho de efeito, efeitos aleatórios foram empregados e foi utilizado o I^2 para calcular a heterogeneidade. Para analisar o viés de publicação, foi realizado o teste de Egger. Resultados: Foram identificados 45 estudos potencialmente relevantes, entretanto apenas quatro apresentaram todos os critérios para elegibilidade. A maioria dos critérios PRILE foram contemplados pelos estudos, gerando um baixo risco de viés. Os resultados da meta-análise mostraram que o uso do inserto ultrassônico combinado com a instrumentação mecanizada para reduzir a porcentagem de superfícies não instrumentadas foi superior quando comparado com o grupo que utilizou somente instrumentação mecanizada, com significância estatística (d de Cohen: 1.04, 95% CI: 0.59 até 1.50; $p < 0.01$). O teste I^2 mostrou uma baixa heterogeneidade entre os estudos ($I^2 = 18.29\%$) e o teste de Egger mostrou que não houve viés de publicação. Conclusão: o uso do inserto ultrassônico associado ao preparo mecanizado do canal radicular demonstrou que houve redução significativa da porcentagem de superfícies não instrumentadas quando comparado somente à instrumentação mecanizada em canais ovais ou achatados. CRD42023409389

Palavras-chave: Microtomografia computadorizada. Inserto ultrassônico. Preparo do canal radicular. Canais radiculares ovais ou achatados. Endodontia.

ABSTRACT

Cassal MD. The use of the ultrasonic tip associated with mechanized instrumentation in the reduction of non-instrumented surfaces of oval/flattened root canals evaluated by micro-CT: systematic review and meta-analysis [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2023. Versão Corrigida.

The preparation of oval or flattened canals is a challenge, because regardless of the type of kinematics used, considerable percentages of non-instrumented areas are observed after preparation, which may compromise the effectiveness of cleaning, especially in infected canals, and may serve as a potential source of persistent infection. The use of the ultrasonic tip has been used in several stages of endodontic treatment and has been proposed in the literature as a complementary technique to canal preparation to reach a greater number of surfaces during instrumentation. This parameter was evaluated using computed microtomography images, which is a non-destructive imaging tool used to evaluate the root canal in all planes in detail. Objective: to perform a systematic review and meta-analysis of in vitro studies to analyze the effectiveness of the ultrasonic tip associated with mechanized instrumentation in reducing the percentage of non-instrumented surfaces of human teeth with oval or flattened root canals. Methods: The systematic review was started on August 15, 2022 in Pubmed/MEDLINE, Scopus, EMBASE, Web of Science and Cochrane Library databases. Two independent calibrated reviewers ($\kappa=0.87$) selected the studies based on the inclusion and exclusion criteria. In vitro laboratory studies were included that used oval or flattened human teeth with complete rhizogenesis, without root caries, without root resorption, without fracture and without previous endodontic treatment that evaluated the reduction in the percentage of non-instrumented surfaces after the use of the ultrasonic tip complementary to the mechanized preparation using micro-computed tomography as an evaluation tool. No language or year restrictions were applied. The assessment of the methodological quality of the studies was carried out based on criteria established in accordance with the PRILE 2021 assessment tool, based on the CONSORT checklist. Risk of bias analysis was performed using the RoB 2 tool. Regarding the outcome, it was considered as a continuous variable and Cohen's d was used as a measure of effect size, random effects were used and I^2 was used to

calculate heterogeneity. To analyze publication bias, Egger's test was performed. Results: 45 potentially relevant studies were identified, however only four met all the eligibility criteria. Most of the PRILE criteria were covered by the studies, generating a low risk of bias. The meta-analysis results showed that the use of the ultrasonic tip combined with a mechanized instrument to reduce the percentage of non-instrumented surfaces was superior when compared to the group that used only mechanized instrumentation, with statistical significance, with statistical significance (Cohen's d: 1.04, 95 % CI: 0.59 to 1.50; $p < 0.01$). The I^2 test showed a low heterogeneity between studies ($I^2 = 18.29\%$) and the Egger's test showed no publication bias. Conclusion: the use of an ultrasonic tip associated with mechanized preparation of the root canal demonstrated that there was a significant reduction in the percentage of non-instrumented surfaces when compared only to mechanized instrumentation in oval or flattened canals. CRD42023409389

Keywords: Micro-computed tomography. Ultrasonic tip. Root canal preparation. Oval or flattened root canals. Endodontics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Fluxograma da seleção dos estudos.....	40
Figura 4.2 - Avaliação do risco de viés através da ferramenta RoB 2 (Cochrane)...	47
Figura 4.3 - Resumo do risco de viés (Verde: baixo risco de viés; Vermelho: alto risco de viés; Amarelo: risco não claro de viés).....	47
Figura 4.4 - <i>Forest plot</i> comparando a redução da porcentagem de superfícies não instrumentadas entre o grupo que realizou somente o preparo mecanizado e o grupo que realizou o preparo complementar com um inserto ultrassônico.....	51
Figura 4.5 - Teste de Egger.....	53
Figura 4.6 - <i>Funnel Plot</i>	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONSORT	Consolidated Standards of Reporting Trials
Micro-CT	Microtomografia Computadorizada
NaOCl	Hipoclorito de Sódio
NiTi	Níquel-Titânio
PRILE	Preferred Reporting Items Guidelines for Laboratory Studies in Endodontology
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis
PROSPERO	Prospective Register of Systematic Review
SCR	Sistema de canais radiculares

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	25
2	PROPOSIÇÃO.....	27
3	METODOLOGIA.....	29
4	RESULTADOS.....	39
5	DISCUSSÃO.....	55
6	CONCLUSÃO.....	63
	REFERÊNCIAS.....	65
	APÊNDICE.....	71
	ANEXOS.....	73

1 INTRODUÇÃO

A ampliação, modelagem, limpeza e descontaminação do sistema de canais radiculares (SCR) são objetivos da terapia endodôntica e são realizadas por meio da ação mecânica dos instrumentos endodônticos combinada pela ação dos irrigantes. Atualmente, os sistemas de Níquel-Titânio (NiTi) rotatórios e reciprocantes são muito utilizados no preparo dos canais radiculares, no entanto, independente do tipo de cinemática, são observadas porcentagens consideráveis de áreas não instrumentadas após o preparo em estudos que avaliaram a capacidade de limpeza dos instrumentos.

Essa limitação pode estar relacionada tanto à complexidade anatômica referentes aos canais ovais ou achatados, quanto às características dos instrumentos. Os canais radiculares ovais ou achatados possuem em sua configuração transversal um diâmetro vestibulo-lingual de 2 a 4 vezes maior do que o diâmetro mesio-lingual e isso representa um grande desafio para a modelagem por conterem áreas de difícil acesso, podendo deixar recessos vestibulares e linguais despreparados. Além disso, os instrumentos endodônticos disponíveis no mercado possuem em sua maioria uma morfologia circular que é inconsistente com o formato anatômico do canal, e trabalham em uma posição centralizada deixando algumas áreas intocadas.

Como consequência, as regiões que não são instrumentadas podem abrigar restos de tecido necrótico e biofilme residual, além dos resíduos provenientes da ação de corte dos instrumentos sobre a dentina. Estes debrís orgânicos e inorgânicos, também chamados de magma dentinário, podem ser empurrados para as recessões vestibulares e linguais durante o preparo e podem permanecer nestas áreas achatadas, assim como nas paredes e irregularidades. Isso pode impedir, inclusive, que as substâncias químicas auxiliares consigam penetrar nestas regiões, comprometendo a eficácia da limpeza, principalmente em canais infectados, podendo servir como uma fonte potencial de infecção persistente.

Desde a introdução do ultrassom na endodontia (Richman, 1957), ele tem se tornado cada vez mais presente em todas as etapas do tratamento endodôntico, desde o refinamento de acesso, localização de canais calcificados, agitação da solução irrigadora, condensação de guta-percha, até na etapa de retropreparo da cirurgia pararendodônticas dentre outras utilizações. Atualmente, a literatura tem

realizado estudos *in vitro* avaliando o uso do inserto ultrassônico como um método auxiliar ao preparo, sendo utilizado de maneira complementar aos instrumentos de NiTi para obter melhores resultados quanto à limpeza das paredes do canal. O objetivo do uso é otimizar o desbridamento mecânico, fazendo com que um maior número de superfícies sejam tocadas, promovendo assim um preparo mais uniforme no perímetro do canal. Estes dispositivos ultrassônicos possuem um design fino e alongado que permite sua atuação em áreas irregulares e de difícil acesso, além de serem seguros e terem um baixo custo.

Diversas metodologias têm sido utilizadas com a finalidade de analisar de forma detalhada o resultado da ação dos instrumentos. A microtomografia computadorizada (micro-CT) é uma tecnologia amplamente utilizada por ser um método não destrutivo que permite a aquisição de modelos tridimensionais das estruturas internas, possibilitando a avaliação da redução das áreas não instrumentadas dos canais radiculares comparando com a anatomia original, observada antes da intervenção dos procedimentos endodônticos.

Apesar dos estudos *in vitro* apontarem uma maior eficácia para o uso complementar dos insertos ultrassônicos quando comparados somente com a instrumentação mecanizada em canais com anatomia complexa, ainda existem poucos estudos na literatura por ser um instrumento relativamente novo, e não há nenhuma revisão sistemática e meta-análise realizada até o momento comparando a redução da porcentagem das áreas não instrumentadas entre as técnicas. Por estes motivos, realizamos uma revisão sistemática e meta-análise de estudos *in vitro* que avaliaram se houve redução da porcentagem de superfícies não instrumentadas após o uso dos insertos ultrassônicos associados ao preparo mecanizado em dentes ovais ou achatados analisados por micro-CT.

2 PROPOSIÇÃO

Esta revisão sistemática e meta-análise visou verificar a eficácia do inserto ultrassônico associado à instrumentação mecanizada para avaliar a redução da porcentagem de superfícies não instrumentadas de canais radiculares ovais ou achatados a partir de estudos *in vitro* analisados por micro-CT.

3 METODOLOGIA

Durante o desenvolvimento desta revisão sistemática, foram observadas as diretrizes do “Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis”, o PRISMA (1), conforme anexo A, e do Handbook da Cochrane (handbook.cochrane.org). O projeto foi registrado no “International Prospective Register of Systematic Review” (PROSPERO) sob o código CRD42023409389.

Uma busca na literatura foi conduzida com o objetivo de identificar estudos em micro-CT que avaliaram a redução de áreas não tocadas após o uso do inserto ultrassônico associado com a instrumentação mecanizada em canais radiculares ovais ou achatados.

As revisões sistemáticas são direcionadas para uma pergunta que irá estabelecer a estratégia de busca na literatura. Sendo assim, a composição da PICO *question* é elaborada conforme quadro 3.1:

P	<i>Patient/population</i>
I	<i>Intervention</i>
C	<i>Comparison</i>
O	<i>Outcome</i>

Fonte: BMJ 2016;354:i4086.

A questão do presente estudo se enquadra no formato PICO, sendo:

1. *Patient/population*: dentes humanos permanentes extraídos com canais radiculares ovais ou achatados; 2. *Intervention*: uso de um inserto ultrassônico para complementar o desbridamento dos canais radiculares; 3. *Comparison*: instrumentos mecanizados no preparo dos canais radiculares; 4. *Outcome*: redução da porcentagem de superfícies não instrumentadas.

Desta forma, a pergunta gerada para orientar a revisão sistemática foi: “O uso do inserto ultrassônico associado à instrumentação mecanizada contribui para reduzir a porcentagem de superfícies não instrumentadas após o preparo de canais radiculares ovais ou achatados?”

3.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA

Foram realizadas buscas nas bases de dados eletrônicas PubMed/MEDLINE, Web of Science, Embase, Scopus e Cochrane Library para artigos publicados até outubro de 2022. A estratégia de busca foi desenvolvida para o PubMed/MEDLINE e depois ela foi adaptada para as outras bases de dados. Os termos “*mesh*” foram utilizados na busca, e também foram utilizados os termos *booleanos*.

Sendo assim, a estratégia de busca incluiu os seguintes termos:

Na base de dados **PubMed/Medline**, a busca foi realizada da seguinte forma:

- (1) Em relação ao inserto ultrassônico, os termos utilizados foram: "*ultrasonic tip**", "*ultrasonic therapy*" ou "*ultrasonic**";
- (2) Quanto ao preparo do canal radicular, utilizamos: "*root canal preparation*", "*root canal therapy*"[*mesh*];
- (3) Em relação a microtomografia computadorizada, usamos: "*X-Ray Microtomography*", "*X-Ray Micro-CT*", "*X-Ray Micro-Computed Tomography*".

Dentro de cada categoria, foi utilizado o termo booleano *OR*, enquanto que para a sintaxe final o termo *AND* foi usado para identificar referências para as sintaxes (1), (2) e (3). O operador booleano *NOT* foi usado para que cada resultado da pesquisa não contenha nenhum dos termos que o seguem: ("*obturation*", "*filling*", "*irrigation*")

A sequência completa da pesquisa com os termos *mesh* foi realizada da seguinte forma:

((("ultrasonic tip*" OR "ultrasonic therapy" OR "ultrasonic*")) AND ("root canal preparation" OR "root canal therapy"[mesh])) AND ("X-Ray Microtomography" OR "X-Ray Micro-CT" OR "X-Ray Micro-Computed Tomography")) NOT ("obturation" OR "filling") NOT ("irrigation")

Na base de dados **WEB OF SCIENCE**, os termos usados foram:

- (1) *“ultrasonic tip*” OR ultrasonic;*
- (2) *“Micro-Computed Tomography:” OR “Micro-Computed Tomography” OR “Micro-CT”;*

Dentro de cada categoria, foi utilizado o termo booleano *OR*; enquanto que para a sintaxe final o termo *AND* foi usado para identificar referências para as sintaxes (1) e (2).

A sequência completa da pesquisa com os termos mesh foi realizada da seguinte forma:

“ultrasonic tip*” OR “ultrasonic” AND “Micro-Computed Tomography:” OR “Micro-Computed Tomography” OR “Micro-CT”

Na base de dados **EMBASE**, os termos de busca foram:

- #1: *(“ultrasonic tip” OR “ultrasonic tip:ab,ti”);*
- #2: *(“Micro-CT” OR “Micro-Computed Tomography” OR “Micro-CT:ab,ti”);*

Dentro de cada categoria, foi utilizado o termo booleano *OR*; enquanto que para a sintaxe final o termo *AND* foi usado para identificar referências para as sintaxes #1 e #2.

A sequência completa da pesquisa com os termos mesh foi realizada da seguinte forma:

1# AND 2#

(“ultrasonic tip” OR “ultrasonic tip:ab,ti”) AND “Micro-Computed Tomography:” OR “Micro-Computed Tomography” OR “Micro-CT:ab,ti”)

Na base de dados **SCOPUS** os termos usados foram:

- (1) ("ultrasonic tip" OR "ultrasonic")
- (2) ("Micro-CT" OR "Micro-Computed Tomography")
- (3) NOT ("ultrasonic irrigation")

O termo *AND* foi usado para identificar referências para as sintaxes #1, #2 e #3. O operador booleano *AND NOT* foi usado para que cada resultado da pesquisa não contenha nenhum dos termos que o seguem: ("ultrasonic irrigation")

A sequência completa da pesquisa com os termos foi realizada da seguinte forma:

TITLE-ABS-KEY (("ultrasonic tip" OR "ultrasonic") AND ("micro-CT" OR "Micro-Computed Tomography") AND NOT ("ultrasonic irrigation"))

Na base de dados **COCHRANE LIBRARY** os termos *mesh* de busca foram:

- (1) "ultrasonic tip"
- (2) "micro*"
- (3) NOT "ultrasonic agitation"
- (4) NOT "obturation"
- (5) NOT "periodontal"
- (6) NOT "ultrasonic activation"

O termo *AND* foi usado para identificar referências para as sintaxes #1 e #2. O operador booleano *NOT* foi usado para que cada resultado da pesquisa não contenha nenhum dos termos que o seguem: ("ultrasonic agitation", "obturation", "periodontal", "ultrasonic activation")

A sequência completa da pesquisa com os termos foi realizada da seguinte forma:

"ultrasonic tip" AND "micro*" NOT "ultrasonic agitation" NOT "obturation" NOT "periodontal" NOT "ultrasonic activation" in Title Abstract Keyword

As listas de referências de todos os artigos encontrados em cada busca nas diferentes bases de dados foram analisadas e os artigos selecionados nesta fase preliminar foram submetidos aos critérios de inclusão e exclusão.

3.2 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Os estudos selecionados para essa revisão foram adequados aos seguintes critérios de inclusão:

- Estudos laboratoriais *in vitro*;
- Estudos que utilizaram dentes humanos com raízes ovais ou achatadas, com rizogênese completa, sem cárie radicular, sem reabsorção radicular, sem fratura e sem tratamento endodôntico prévio;
- Estudos que avaliaram a porcentagem de superfícies não instrumentadas antes e após o uso do inserto ultrassônico como protocolo suplementar ao preparo do canal;
- Estudos que utilizaram microtomografia computadorizada como ferramenta de avaliação em técnicas que combinaram o uso do inserto ultrassônico associado ao preparo mecanizado;
- Nenhuma restrição de idiomas;
- Nenhuma restrição de ano dos estudos.

Os estudos que se enquadraram nos seguintes critérios foram excluídos:

- Revisões de Literatura;
- Revisões Sistemáticas;
- Ensaio Clínico Randomizados e não Randomizados;
- Relato de caso clínico;
- Texto completo do artigo não disponível;
- Modelos animais.

3.3 MÉTODOS DE REVISÃO

Após realizar as buscas nas bases de dados, os títulos e resumos foram selecionados independentemente por dois revisores. Se os estudos atendessem aos critérios de inclusão ou se não tivessem informações suficientes disponíveis para a decisão, o texto completo seria analisado posteriormente pelos revisores. O teste de Cohen Kappa foi realizado para assegurar o nível de concordância entre os avaliadores antes da fase de inclusão e exclusão, utilizando 10% da amostra.

3.4 EXTRAÇÃO E PROCESSAMENTO DOS DADOS

Os dados relevantes de cada estudo foram coletados usando um formulário de extração de dados estruturados através de uma planilha Excel. Nele constam autor, ano de publicação, revista, sujeitos incluídos, tamanho da amostra total do estudo, grupos, tamanho da amostra de acordo com cada grupo, intervenção realizada, desfecho de interesse, tipo de análise e principais achados.

Não houve necessidade de contatar os autores dos estudos elegíveis, pois todos os dados necessários já estavam disponíveis.

3.5 AVALIAÇÃO QUALITATIVA DOS ESTUDOS

A avaliação da qualidade metodológica dos estudos foi realizada a partir de critérios estabelecidos de acordo com a ferramenta de avaliação “Preferred Reporting Items Guidelines for Laboratory Studies in Endodontology” (PRILE) 2021 *guideline* (anexo B), baseado na lista de verificação CONSORT 2010 (Consolidated Standards of Reporting Trials), modificada para relatar estudos *in vitro* adequado para a área da Endodontia. Dois revisores (M.D.C e P.C.S) avaliaram independentemente a qualidade dos estudos selecionados e os desacordos foram discutidos para chegar a um consenso.

Os estudos foram submetidos à análise do risco de viés através da ferramenta da RevMan (Cochrane). Cada item foi baseado na ferramenta RoB 2 (“*revised Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials*”) da Cochrane que é estruturada em um conjunto fixo de domínios de viés, com foco em diferentes aspectos do desenho de ensaios clínicos randomizados, conduta e relatórios do estudo. Os cinco domínios são: viés decorrente do processo de randomização, viés devido a desvios das intervenções pretendidas, viés devido à falta de dados de resultados, viés na mensuração dos resultados e viés na seleção dos resultados reportados.

Sendo assim, a avaliação do risco de viés foi baseada nos domínios recomendados pela Cochrane, porém, foi adaptada pelos critérios PRILE para ensaios *in vitro*, seguindo os seguintes parâmetros:

1. Cálculo do tamanho da amostra;
2. Informações sobre os métodos, materiais, amostras ou instrumentos utilizados nos estudo que permitam a sua replicação;
3. Grupos experimentais/controle com características semelhantes e o método usado para garantir a similaridade das amostras;
4. O processo de randomização e ocultação de alocação, incluindo quem gerou a sequência de alocação aleatória, quem decidiu quais espécimes serão incluídos e quem designou espécimes para a intervenção;
5. O cegamento do operador que está conduzindo o experimento (se aplicável) e dos examinadores ao avaliar os resultados;
6. Informações sobre gerenciamento e análise de dados, incluindo testes estatísticos e softwares utilizados;
7. Todos os resultados estatísticos, incluindo todas as comparações entre grupos devem ser fornecidos;
8. Detalhes dos equipamentos, softwares e configurações relevantes usados para adquirir as imagens;

Primeiramente, cada item foi julgado e classificado para cada estudo da seguinte forma:

- Sim
- Provavelmente sim
- Não
- Provavelmente não
- Sem informação

Essa classificação foi realizada para as respostas que possuíam evidências disponíveis ou que implicaram algum questionamento sobre determinada questão. As respostas “sim” e “provavelmente sim” tiveram as mesmas implicações para análise, assim como “não” e “provavelmente não”. Caso houvesse alguma consideração sobre o item, este também poderia ser classificado como “*sem informações*” caso apresentasse detalhes insuficientes para permitir uma resposta “sim”.

Depois desta primeira análise, cada item foi avaliado quanto ao risco de viés geral, através da ferramenta *Risk of bias* (RevMan), atribuindo um dos três níveis:

- Baixo risco de viés
- Risco pouco claro de viés
- Alto risco de viés

As respostas “sim” e “provavelmente sim” indicaram um baixo risco de viés, da mesma forma que “não” e “provavelmente não” indicaram um alto risco de viés. Para o item que não possuiu informações suficientes ou detalhadas, foi considerado como risco pouco claro de viés.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises foram realizadas no software Stata 17 (Statacorp, College Station, TX) usando os comandos “meta esize, random(dlaird) studylabell(var1)”, “meta summarize”, “meta forestplot”, “meta funnelplot”, “meta galbraith” e “meta bias, egger” para o software realizar as análises.

O desfecho avaliado na meta-análise foi considerado como variável contínua para obter uma medida de tamanho de efeito padronizada (para o cálculo do tamanho de efeito foi realizada a diferença média padronizada e o desvio padrão) e o d de Cohen foi usado como medida de tamanho de efeito. Em relação à atribuição de peso aos estudos, foi usado um modelo de efeitos aleatórios, com base em meta-análise anterior (2), e o método utilizado foi DerSimonian-Laird. Foi utilizado o I^2 para calcular a heterogeneidade. Para analisar o viés de publicação (“publication bias” ou “small-study effects”), foi realizado o teste de Egger e realizado o *funnel plot*. Por fim, um valor de p inferior a 0.05 foi considerado estatisticamente significativo.

4 RESULTADOS

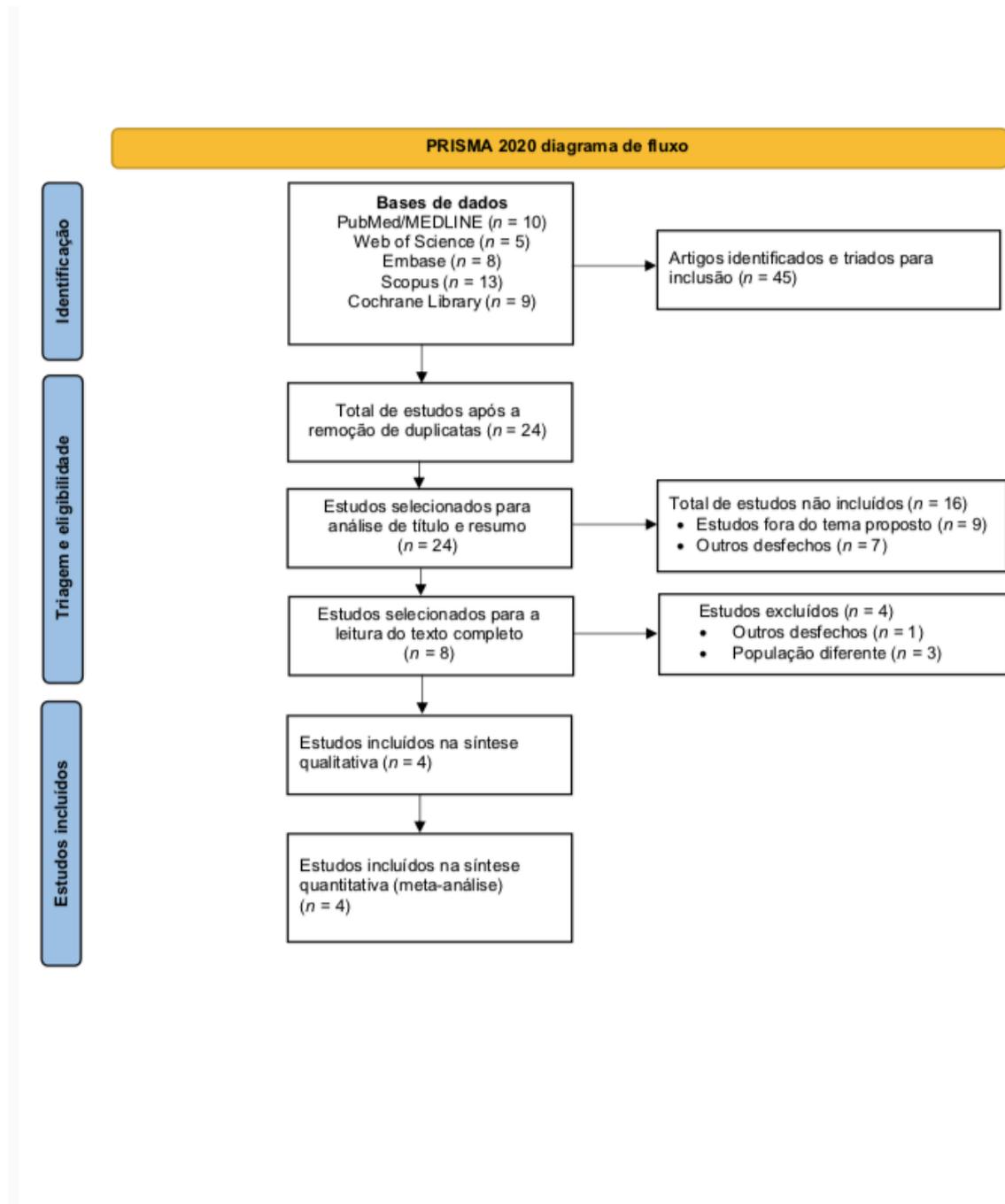
4.1 SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Após a busca realizada nas bases de dados, 45 artigos foram encontrados, sendo 10 na PubMed/MEDLINE, 5 na Web of Science, 8 na Embase, 13 na Scopus e 9 na Cochrane Library. O software Rayyan (Qatar Computing Research Institute) foi utilizado para analisar as listas de referências de todos os artigos encontrados nas bases de dados e para remover as duplicatas. Após deletar os artigos duplicados, restou um total de 24 estudos.

Os 24 estudos que foram selecionados para análise de títulos e resumos na fase preliminar foram examinados de maneira independente por dois examinadores (M.D.C e P.C.S). Cada estudo foi classificado como "incluído", "talvez" ou "excluído" dentro da plataforma Ryyan e foi colocada a razão para exclusão, que tiveram como justificativa "outros desfechos" (7 estudos) e "estudo fora do tema proposto" (9 estudos), resultado em 16 estudos excluídos. Oito estudos foram selecionados para a leitura completa do texto. Nesta segunda fase, a partir dos critérios de exclusão, 4 estudos foram excluídos por critérios de "outros desfechos" (1 estudo) e "população diferente" (3 estudos), resultando na exclusão de 4 estudos. Ao final, foram incluídos 4 estudos para a síntese qualitativa (3–6). O teste Kappa foi realizado para assegurar a concordância entre os avaliadores nas fases de inclusão e exclusão dos estudos. Os desacordos ou dúvidas quanto à elegibilidade dos estudos foram discutidos para atingir um consenso. Os quatro artigos que corresponderam aos critérios de elegibilidade foram incluídos nesta revisão sistemática e utilizados para a síntese quantitativa. (3–6)

A Figura 4.1 apresenta um fluxograma do processo de seleção dos estudos, de acordo com as diretrizes do *PRISMA*.

Figura 4.1 – Fluxograma da seleção dos estudos



Fonte: A autora.

4.2 CARACTERÍSTICA DOS ESTUDOS INCLUÍDOS

As características gerais dos estudos estão descritas na tabela 4.1. Os estudos selecionados foram realizados entre 2019 e 2021. Em relação aos sujeitos da amostra, os estudos de De Deus et al. e Rivera-Penã et al. utilizaram incisivos inferiores permanentes ovais ou achatados. (3,4) De Deus et al. padronizou as amostras utilizando dentes com diâmetro vestibulo-lingual duas vezes maior do que o diâmetro méso-distal. No estudo de Santos Júnior *et al.*, 2020 os autores utilizaram canais distais achatados de molares inferiores permanentes e utilizaram dentes que apresentavam configuração tipo I de Vertucci e achatamento em que a razão do diâmetro foi obtida quando a distância vestibulo-lingual foi 4 vezes maior que o diâmetro mesio-distal. (5) Tavares et al. utilizou segundos pré-molares superiores permanentes achatados, e também padronizou o diâmetro vestibulo-lingual em 4 vezes maior que o diâmetro mesio-distal das amostras. (6)

Em relação aos instrumentos mecanizados para preparo do canal, foram utilizados: Reciproc, Reciproc Blue, ProDesing Logic e HyFlex EDM. Em relação aos protocolos de preparo do canal, um estudo utilizou cinemática recíprocante (3), outro estudo utilizou rotatório e recíprocante (5) e outros dois estudos utilizaram o sistema rotatório para instrumentação dos canais. (4,6) Os insertos ultrassônicos utilizados para realização do preparo complementar variaram entre a Flatsonic e a Clearsonic.

Todos os estudos avaliaram a redução da porcentagem de áreas não instrumentadas através da microtomografia computadorizada.

Os estudos tiveram dados conclusivos quanto à associação dos instrumentos com os insertos ultrassônicos em relação à redução da porcentagem de superfícies não instrumentadas.

Tabela 4.1 – Principais características e dados dos estudos incluídos

Autor/ Ano/ Revista	Sujeitos incluídos/ (n)	Grupos/ (n)	Intervenção realizada	Desfecho de interesse/ análise	Principais achados
De-Deus G <i>et al.</i> (3) 2019 <i>International Endodontic Journal</i>	Incisivos inferiores permanentes com canais ovais <i>n</i> = 20	2 grupos: Grupo Clearsonic: Reciproc R25 e R40 + Clearsonic (<i>n</i> = 10) Grupo Reciproc R40: Preparo do canal com Reciproc R25 e R40 + Reciproc 40 (<i>n</i> = 10)	Grupo Clearsonic: - Preparo do canal: Reciproc R25 e R40. - Protocolo de desbridamento suplementar: inserto ultrassônico Clearsonic ativado usando 3 ciclos de 20s nas direções bucal e lingual. Grupo Reciproc: - Preparo do canal: Reciproc R25 e R40. - Protocolo de desbridamento suplementar: R40 com movimentos de escovação contra as paredes vestibular e lingual por 20s. Procedimento repetido 2x.	Redução da porcentagem de paredes não instrumentadas; Análise por Micro-CT	Ambos protocolos diminuíram a porcentagem de paredes não instrumentadas mas o grupo Clearsonic obteve melhores resultados como um protocolo de desbridamento suplementar.
Rivera-Peña ME <i>et al.</i> (4) 2019 <i>Original Research Endodontic Therapy</i>	Incisivos inferiores permanentes com canais ovais <i>n</i> = 30	2 grupos: Grupo PFCP: ProDesign Logic 25.05 + Flatsonic + Clearsonic + ProDesign Logic 40.01 (<i>n</i> = 15) Grupo PP: ProDesign Logic 25.05 + ProDesign Logic 40.05 (<i>n</i> = 15)	Grupo PFCP: - ProDesign Logic 25.05: movimento de escovação. Até 2/3 do canal. - Flatsonic (terço coronal e médio): 3 ciclos de 20s sentido V-L, repetido 3x. - Clearsonic (terço coronal e médio): 3 ciclos de 20s sentido V-L, repetido 3x. - ProDesign Logic 40.01: movimento de escovação. Até o CT. Grupo PP: - ProDesign Logic 25.05: movimento de escovação. Até o CT. - ProDesign Logic 40.05: movimento de escovação. Até o CT.	Valores percentuais de áreas de superfícies não instrumentadas; Análise por Micro-CT	O grupo que utilizou inserto ultrassônico complementar ao preparo mecanizado com instrumentos rotatórios apresentou o menor percentual de superfície não instrumentada.

Tabela 4.1 – Principais características e dados dos estudos incluídos (continuação)

<p>Santos-Junior AO <i>et al.</i> (5) 2020 Journal of Endodontics</p>	<p>Canais distais achatados de molares inferiores permanentes <i>n</i> = 24</p>	<p>2 grupos: Grupo RB: Reciproc Blue (40.06) + Flatsonic (<i>n</i> = 12) Grupo PDL: ProDesign Logic (40.01 + 40.05) + Flatsonic (<i>n</i> = 12)</p>	<p>Grupo RB: - RB 40.06: instrumentação até o CT + 2 movimentos de escovação contra as paredes V e L. - Flatsonic: ativada por 15s no sentido V-L por 10s sem resfriamento ar/água e 5s com resfriamento ar/água, repetido 3x. Grupo PDL: - PDL 40.01: instrumentação até o CT. - PDL 40.05 até o CT + 2 movimentos de escovação contra as paredes V-L. - Flatsonic: ativada por 15s no sentido V-L por 10s sem resfriamento ar/água e 5s com resfriamento ar/água, repetido 3x.</p>	<p>Redução da porcentagem de superfície não instrumentada após inserto ultrasônico; Análise por Micro-CT</p>	<p>Flatsonic reduziu a porcentagem de superfície não instrumentada após o preparo com PDL em todos os terços, e após preparo com RB nos terços cervical e médio.</p>
<p>Tavares KIMC <i>et al.</i> (6) 2021 Restorative Dentistry & Endodontics</p>	<p>Segundos pré-molares superiores permanentes achatados <i>n</i> = 32</p>	<p>2 grupos: Grupo ProDesign Logic: ProDesign Logic (30.01 + 30.05) + Flatsonic + PDL 25.03 (<i>n</i> = 16) Grupo HyFlex EDM: HyFlex EDM (10.05 + 25.08) + Flatsonic + PDL 25.03 (<i>n</i> = 16)</p>	<p>ProDesign Logic: - PDL 30.01 + PDL 30.05 até o CT. - Flatsonic ativada a 4 mm do CT, sentido V-L, 3 ciclos de 30s, alternando 10s sem resfriamento ar/água e 5s com resfriamento ar/água. - PDL 25.03 até o CT, movimentos de escovação nas paredes V-L, 3x em cada parede. HyFlex EDM: - HEDM 10.05 + 25.08 até o CT. - Flatsonic ativada a 4 mm do CT, sentido V-L, 3 ciclos de 30s, alternando 10s sem resfriamento ar/água e 5s com resfriamento ar/água. - PDL 25.03 até o CT, movimentos de escovação nas paredes V-L, 3x em cada parede.</p>	<p>Redução da porcentagem da área de superfície não instrumentada após protocolo suplementar; Análise por Micro-CT</p>	<p>Protocolo complementar promoveu uma diminuição significativa da área de superfície não instrumentada após o preparo dos canais em todo o canal e em todos os terços em ambos os grupos.</p>

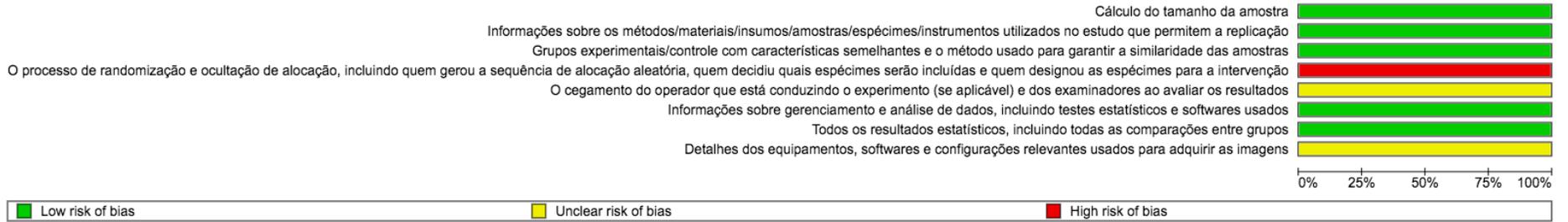
Fonte: A autora.

4.3 AVALIAÇÃO DO RISCO DE VIÉS DOS ESTUDOS ELEGÍVEIS

A avaliação do risco de viés dos estudos incluídos pode ser visualizado nas figuras 4.2 e 4.3. Foi utilizada a ferramenta RoB 2 para a análise final do risco de viés para os quatro estudos *in vitro*. Todos os estudos apresentaram baixo risco de viés para cálculo da amostra, informações sobre os métodos/ materiais/ insumos/ amostras/ espécimes/ instrumentos utilizados no estudo que permitem a replicação, grupos experimentais/ controle com características semelhantes e o método usado para garantir a similaridade das amostras, informações sobre gerenciamento e análise de dados, incluindo todas as comparações e todos os resultados estatísticos, incluindo todas as comparações entre grupos. Com relação ao cegamento do operador que está conduzindo o experimento e dos dados examinados ao avaliar os resultados e detalhes dos equipamentos, softwares e configurações relevantes usados para adquirir as imagens nenhum estudo deixou todas as informações claras.

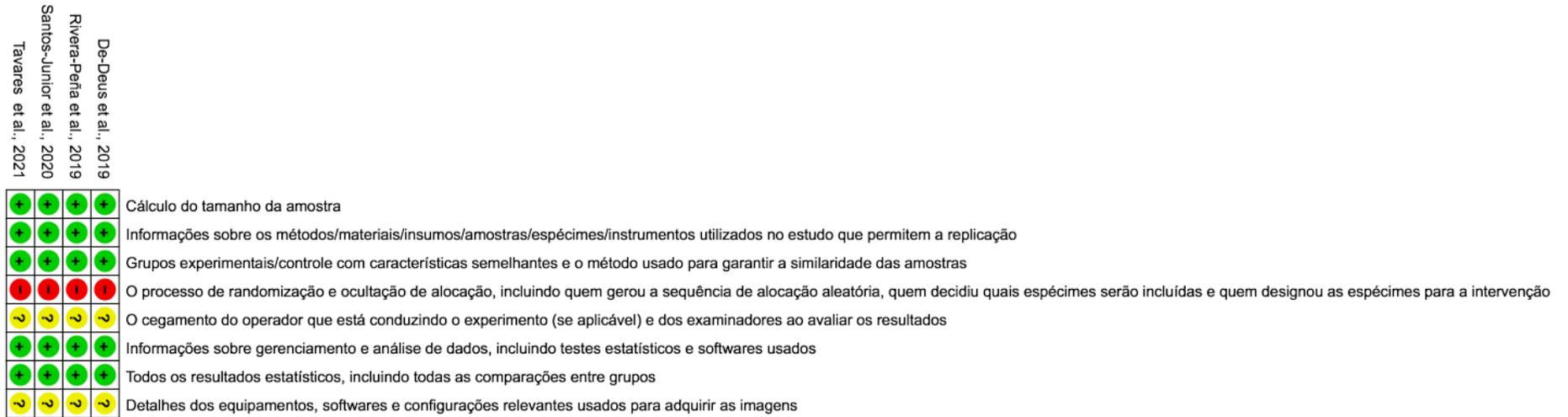
Em relação ao risco de viés geral, os estudos apresentaram um baixo risco de viés.

Figura 4.2 – Avaliação do risco de viés através da ferramenta RoB 2 (Cochrane)



Fonte: A autora.

Figura 4.3 – Resumo do risco de viés (Verde: baixo risco de viés; Vermelho: alto risco de viés; Amarelo: risco não claro de viés)



Fonte: A autora.

4.4 DESFECHO

4.4.1 Redução da porcentagem de áreas não instrumentadas

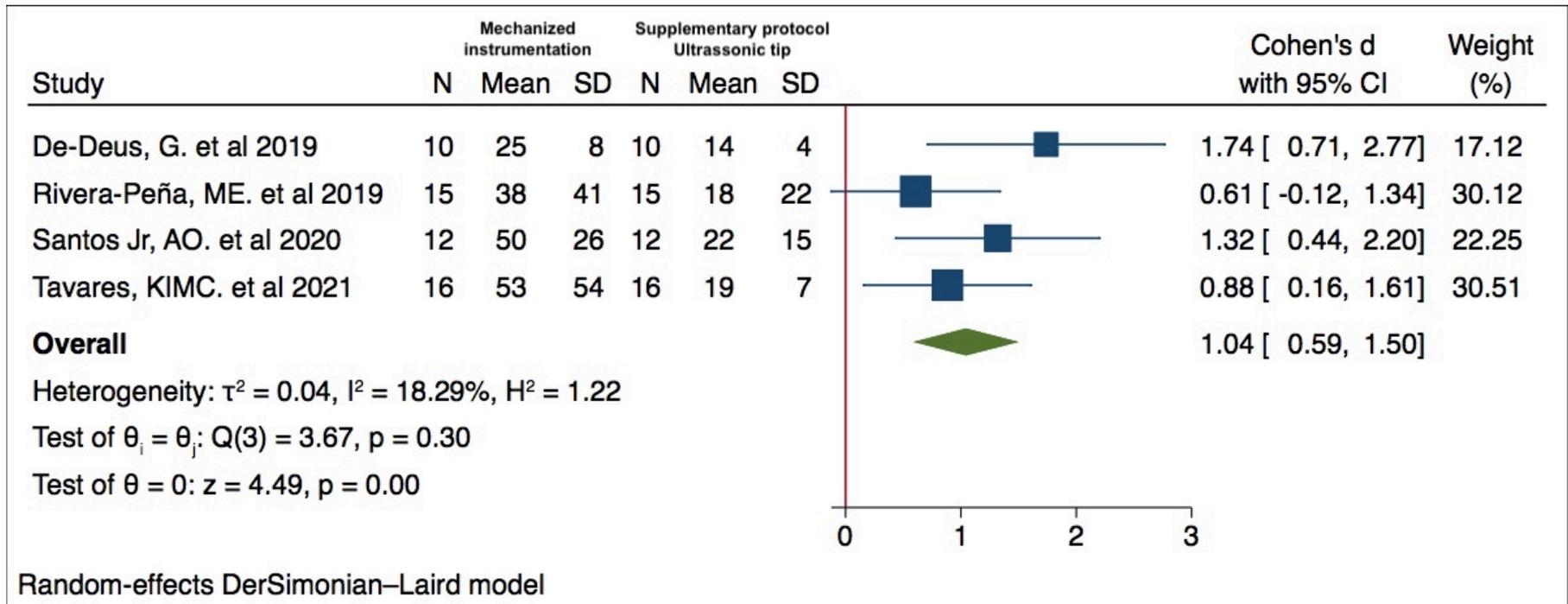
O estudo de De-Deus et al. mostrou que o grupo que utilizou o inserto ultrassônico como protocolo suplementar ao preparo apresentou melhores resultados em relação à redução da porcentagem de superfície não instrumentada com significância estatística. (3) O estudo de Rivera-Penã et al. também demonstrou haver um menor percentual de superfície não instrumentada no grupo que utilizou o inserto ultrassônico como protocolo suplementar comparado ao grupo que não utilizou, considerando a porção total do canal radicular, porém, não houve significância estatística. (4) O estudo de Santos Júnior et al. demonstrou que de forma geral, o uso do inserto ultrassônico complementar reduziu a porcentagem de superfícies não instrumentadas após o preparo, mas com o instrumento rotatório houve redução em todos os terços e com instrumento recíprocante nos terços cervical e médio com relevância estatística. (5) E no estudo de Tavares et al. após o protocolo complementar houve uma diminuição significativa da área de superfície não instrumentada após o preparo dos sistemas rotatórios em todos os terços com relevância estatística. (6)

Os resultados da meta-análise mostraram que o uso do inserto ultrassônico após o preparo do canal radicular reduziu a porcentagem de superfícies não instrumentadas de canais ovais ou achatados quando comparado com o grupo que realizou somente a instrumentação mecanizada, sendo estatisticamente significativa ($p < 0.01$), conforme mostra na figura 4.4.

Como resultado do teste de heterogeneidade, o $I^2 = 18.29\%$, confirmando uma baixa heterogeneidade ($I^2 < 50\%$). Isso representa que 18% das diferenças entre os diferentes estudos não é explicado por erro amostral, mas sim por outros fatores que não foram medidos, por exemplo, por diferenças metodológicas.

Em relação às medidas de efeito das variáveis contínuas, o d de Cohen resultou em um tamanho de efeito grande (Cohens's d : 1.04, 95% CI: 0.59 até 1.50), considerando que a quantificação da magnitude é interpretada pelos valores: pequeno ($d = 0.2$ a 0.3), médio ($d = 0.5$ a 0.8) e grande ($d =$ maior que 0.8).

Figura 4.4 – *Forest plot* comparando a redução da porcentagem de superfícies não instrumentadas entre o grupo que realizou somente o preparo mecanizado e o grupo que realizou o preparo complementar com um inserto ultrassônico



Fonte: A autora.

5.4.2 Risco de viés de publicação (*Publication bias or small-study effect*)

Em relação ao risco de viés de publicação, o teste de Egger demonstrou não haver viés de publicação (Figura 4.5). A avaliação geral do risco de viés dos estudos que foram incluídos pode ser visualizado no *funnel plot* demonstrado na Figura 4.6.

Figura 4.5 – Teste de Egger

```
. meta bias, egger

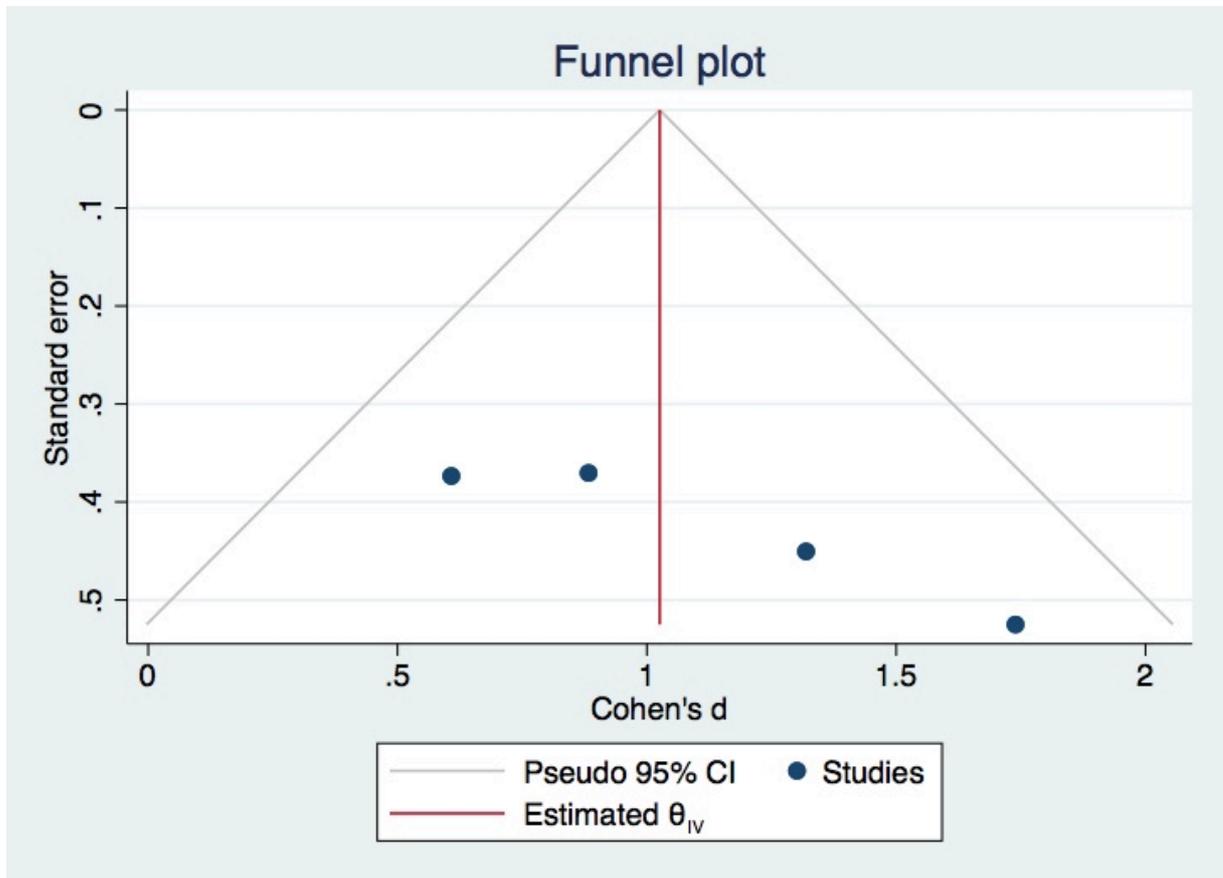
Effect-size label: Cohen's d
  Effect size: _meta_es
  Std. err.: _meta_se

Regression-based Egger test for small-study effects
Random-effects model
Method: DerSimonian-Laird

H0: beta1 = 0; no small-study effects
      beta1 =      6.59
SE of beta1 =     3.607
          z =      1.83
Prob > |z| =     0.0675
```

Fonte: A autora.

Figura 4.6 – Funnel Plot



Fonte: A autora.

5 DISCUSSÃO

Esta revisão sistemática e meta-análise utilizou dados de 4 estudos *in vitro* analisados por micro-CT para avaliar se o uso do inserto ultrassônico contribuiu para reduzir a porcentagem de áreas não instrumentadas após o preparo dos canais radiculares em dentes ovais ou achatados. A meta-análise realizada neste estudo demonstrou que o uso do inserto ultrassônico associado ao instrumento mecanizado foi superior quando comparado ao grupo que utilizou somente a instrumentação mecanizada na redução da porcentagem de superfícies não instrumentadas, com significância estatística ($p < 0.01$).

Os estudos foram unânimes em concluir que os grupos que utilizaram o inserto ultrassônico como desbridamento suplementar tiveram uma redução da porcentagem de áreas não instrumentadas e, conseqüentemente, melhoraram a limpeza de canais radiculares ovais ou achatados. De Deus et al. demonstrou que o grupo que utilizou o Clearsonic como protocolo suplementar foi capaz de melhorar o contato mecânico com as paredes do canal reduzindo a porcentagem de superfícies não instrumentadas (redução de 35%) quando comparado ao grupo que só utilizou o instrumento Reciproc R40 (redução de 16%) como protocolo de desbridamento complementar. (3) Este resultado pode estar relacionado com um melhor controle de direção fornecido pelo inserto ultrassônico quando comparado com um sistema mecanizado. Além disso, o design do inserto em formato de seta com um diâmetro de 0,5 mm também facilita o alcance de áreas de difícil acesso, além da ação obtida pela própria vibração ultrassônica que pode ter colaborado para uma maior efetividade. (3) Rivera-Penã et al. estão de acordo com De Deus et al., uma vez que o grupo que recebeu o protocolo de desbridamento suplementar com o inserto ultrassônico após a instrumentação rotatória obteve um menor percentual de superfícies não instrumentadas (redução de 18%) considerando a porção total do canal. (4) Isso pode ser explicado devido ao caminho de deslizamento que é criado quando um instrumento rotatório é utilizado anteriormente ao uso do inserto ultrassônico, auxiliando a ação das pontas ultrassônicas nas áreas intocadas do canal radicular. No estudo destes autores, foi utilizado o inserto Flatsonic, que possui um design achatado e diâmetro de 0,25 mm e essa característica pode ter influenciado a obtenção de um resultado melhor por alcançar áreas de difícil acesso. (4) Tavares et al. mostraram que o protocolo proposto

usando a ponta ultrassônica Flatsonic após o preparo com os instrumentos ProDesign Logic ou HyFlex EDM diminuiu significativamente a porcentagem de superfícies não instrumentadas em todos os terços do canal (62% no grupo ProDesign Logic e de 60% no grupo HyFlex EDM). (6) Da mesma forma que Rivera-Penã et al., os autores obtiveram resultados favoráveis visto que a ampliação do canal durante o preparo inicial facilitou o alcance do inserto Flatsonic e promoveu um melhor acesso às áreas achatadas vestibular e lingual. (6) No estudo de Santos Júnior et al., os autores relataram redução na porcentagem de superfícies não instrumentadas após o uso do inserto ultrassônico complementar ao preparo com Reciproc Blue ou ProDesign Logic (78% no grupo Reciproc Blue e 75% no grupo ProDesign Logic), demonstrando que houve um efeito potencializado que possivelmente ocorreu pela associação da ação física, através do fluxo contínuo, e da ação mecânica, uma vez que o seu design favorece a remoção de dentina nas áreas achatadas onde os instrumentos de NiTi não conseguem chegar. (5)

Os autores utilizaram dois tipo de insertos ultrassônicos para realizar o preparo complementar, sendo o Clearsonic, que possui um design em formato arredondado de seta com um diâmetro de 0,5 mm e o Flatsonic, que possui um design achatado de seta com um diâmetro de 0,25 mm. (3-6) Apesar da diferença do diâmetro que pode favorecer o uso do Flatsonic naquelas áreas de maior achatamento, ambos tem um design muito semelhante. É interessante mencionar os protocolos utilizados em cada estudo. No estudo de De Deus et al. os autores utilizaram o ultrassom NSK (Nakanishi Inc., Tochigi, Japão) operado a 30 kHz, ativado usando 3 ciclos de 20 segundos nas direções vestibular e lingual do canal radicular e após cada ciclo, o canal radicular foi irrigado com 3 ml de NaOCl 2,5%. (3) No estudo de Rivera-Penã et al. foi utilizado o ultrassom NSK (Brasil Ltda, São Paulo, Brasil) com frequência de 30 kHz, acionado por 3 ciclos de 20 segundos no sentido vestibulo-lingual do canal radicular, e após cada ciclo foi utilizado 3 ml de hipoclorito de sódio a 1%. (4) Já no trabalho de Santos Jr. et al., o aparelho ultrassônico utilizado foi o Ultrawave XS (Ultradent Products), com potência de 25% e frequência de 50 Hz, realizando 3 ciclos de 15 segundos, no sentido vestibular-lingual, e após cada ciclo o canal foi irrigado com 3 ml de NaOCl 2,5%. (5) Por fim, Tavares et al. utilizaram o ultrassom Ultrawave XS (Ultradent Products) na frequência de 50 Hz e potência de 25% realizando 3 ciclos de 30 segundos na direção vestibular e lingual, e em cada ciclo de ultrassom foram utilizados 2,5 ml de NaOCl 2,5%. (6) Apesar dos protocolos serem muito semelhantes,

existem algumas variações relevantes. Uma delas é quanto ao tipo de aparelho ultrassônico utilizado, pois diferenças entre eles podem aumentar a capacidade de desgaste junto às paredes do canal. Existem dois tipos de produção de ultrassom, sendo a magnetostricção, que converte energia eletromagnética em energia mecânica (vibração), e o piezoelétrico, no qual é utilizado um cristal que altera a dimensão quando é aplicada uma carga elétrica, e a deformação deste cristal é convertida em oscilação mecânica, não gerando calor neste processo. Devido à essa característica, o ultrassom piezoelétrico é adequado para o uso na endodontia, uma vez que funciona em movimento linear, sendo que a amplitude de deslocamento da vibração não aumenta com o aumento da potência do gerador. Já o magnetostrictivo cria um movimento em forma de oito (elíptico), além de gerar calor necessitando de resfriamento. (7)

Em relação a configuração dos canais, todos os estudos incluídos nessa revisão sistemática selecionaram dentes com uma configuração transversal de 2 a 4 vezes maior que o diâmetro mínimo. (3-6) A literatura define que existem diferenças em relação as formas de secção transversal, como o estudo de Wu et al. que mostra que canais possuem diferentes proporções de achatamento. (8) Quando a proporção do diâmetro vestibulo-lingual é menor que 2 vezes o diâmetro mesio-distal, o canal possui um formato mais redondo ou ligeiramente oval. Já canais com o diâmetro vestibulo-lingual 2 a 4 vezes maior que o diâmetro mesio-distal são considerados canais ovais longos ou achatados. E canais que possuem um diâmetro vestibulo-lingual maior que 4 vezes o diâmetro mesio-distal são considerados canais planos. (8) Ainda, a prevalência de canais ovais longos pode variar ao longo dos terços do dente, sendo que na região apical esta configuração está presente em aproximadamente 25%, enquanto que em incisivos inferiores e segundos pré-molares superiores a prevalência é superior a 50%, e na raiz distal dos molares inferiores varia entre 25% a 30%. (8, 9)

A instrumentação desses canais ovais ou achatados é um desafio anatômico, uma vez que possuem áreas achatadas de difícil acesso e que dificultam a modelagem e a escolha do instrumento. (7) Essas complexidades podem influenciar nos resultados dos procedimentos de limpeza e modelagem visto que os instrumentos tendem a ter sua ação no centro do canal. Trabalhos realizados anteriormente utilizaram diferentes sistemas de NiTi em canais ovais ou achatados para observar a eficácia da limpeza desses canais uma vez que sua morfologia não permite que os

instrumentos toquem todas as superfícies do canal radicular. (10–12) Nos estudos selecionados nesta revisão sistemática e meta-análise, alguns autores optaram por realizar o preparo com instrumentos reciprocantes (3), outros rotatórios (4,6) e um estudo utilizou ambos os sistemas. (5) A fim de verificar se o preparo do canal poderia influenciar o efeito do inserto ultrassônico nas áreas ovais ou achatadas, Santos Júnior et al. avaliaram se havia diferença comparando o uso de instrumentos rotatório ou reciprocante antes do preparo com o inserto ultrassônico e observaram que a ponta ultrassônica reduziu significativamente a porcentagem de superfícies não instrumentadas após o uso das duas cinemáticas. (5) Porém, apesar deste achado, os autores também puderam observar que no grupo ProDesign Logic o inserto Flatsonic reduziu a porcentagem de superfície não instrumentada em todos os terços e no grupo Reciproc blue o inserto não diminuiu significativamente a porcentagem de superfície não instrumentada no terço apical. (5) A literatura sugere que a associação de mais de um instrumento ou instrumentos que possuem menores diâmetros podem estar associados a um maior contato com as áreas achatadas durante o movimento de escovação, e conseqüentemente, melhorar a eficácia do instrumento ultrassônico. (5,13,14) Já no estudo de Tavares et al. foram utilizados dois instrumentos de NiTi rotatórios diferentes (ProDesign Logic e HyFlex EDM), e observou que ambos os preparos promoveram um bom acesso para o uso do inserto Flatsonic, havendo apenas uma pequena diferença entre eles na redução do número de paredes não tocadas. (6) Neste mesmo sentido, trabalhos anteriores analisaram o desempenho na capacidade de modelagem comparando diferentes sistemas e encontraram resultados semelhantes entre eles, sendo improvável que pequenas diferenças tenham significado clínico. (15-18) É importante considerar que outros fatores além da cinemática podem impactar na limpeza dos canais como o número de instrumentos, o design do instrumento, o tipo de tratamento térmico e de superfície e a anatomia do canal. (19,20)

Alguns autores utilizaram após o uso do inserto ultrassônico um instrumento rotatório para finalizar o protocolo complementar de desbridamento observando se haveria diferença no terço apical, uma vez que os instrumentos ultrassônicos não chegam até o comprimento de trabalho. Rivera-Penã et al. não encontrou diferença estatisticamente significativa no terço apical entre os grupos, mas Tavares et al. observaram uma melhora na limpeza do terço apical pelo uso do instrumento rotatório

devido ao menor diâmetro e conicidade do instrumento, que favoreceu o contato com as áreas de difícil acesso. (4,6)

Os estudos demonstraram uma baixa heterogeneidade ($I^2 < 50\%$). Este é um resultado promissor, visto que uma das limitações que existe em qualquer revisão sistemática que utiliza estudos *in vitro* é a alta variabilidade do desenho dos estudos primários. Os estudos elegíveis para esta revisão compararam diferentes técnicas de preparo do canal e diferentes instrumentos, embora um mesmo desfecho fosse obtido. Partindo da seleção dos sujeitos da amostra, De Deus et al. e Rivera-Penã et al. utilizaram incisivos inferiores permanentes ovais ou achatados. Já Santos Júnior et al. realizaram o estudo com canais distais achatados de molares inferiores permanentes e Tavares et al. utilizaram pré-molares superiores permanentes achatados. (3–6) Apesar dos diferentes grupos dentários, o método utilizado para garantir a similaridade das amostras entre os grupos de cada estudo foi bem relatado na seção de metodologia. Segundo os critérios PRILE 2021 (21) a singularidade da anatomia do canal radicular poderia gerar impacto no resultado de estudos *in vitro* mas a correspondência anatômica das amostras por análise pré-experimental cria grupos experimentais/controle com características de linha de base semelhantes, o que permite ao investigador responder à questão da pesquisa com o mínimo de viés. Ao mesmo tempo, é importante observar a validade externa, para que os achados possam ser generalizados para outros grupos dentários. (21)

A avaliação de viés dos estudos que foram incluídos nesta revisão sistemática teve o objetivo de identificar os fatores que poderiam induzir viés na pesquisa. Em todos os estudos o processo de randomização e ocultação de alocação, incluindo quem gerou a sequência de alocação aleatória, quem decidiu quais amostras seriam incluídas e quem designou as espécimes para a intervenção não estava descrito nos materiais e métodos dos estudos e por isso, todos tiveram a avaliação de risco de viés alto para essa categoria. Os autores De Deus et al. relataram que houve alocação aleatória, mas não deixaram claro quem realizou essa etapa e se ela foi realizada por mais de uma pessoa. (3) Já Rivera-Penã et al. observaram que as amostras foram divididas nos grupos de acordo com a anatomia dos espécimes e com a técnica de preparo. (4) Santos Júnior et al. e Tavares et al. relataram que os dentes foram divididos através de amostragem aleatória estratificada considerando o volume pré-operatório dos canais radiculares. (5,6) Em relação ao cegamento do operador que está conduzindo o experimento e dos examinadores ao avaliar os resultados, os

quatro estudos não deixaram informações sobre o cegamento de quem os avaliou, sendo que Rivera-Penã et al., Santos Junior et al. e Tavares et al. somente relataram que o preparo das amostras foi realizado por um especialista utilizando um microscópio operatório, mas não especificaram se houve alguma forma de cegamento. (4–6) O método de randomização e ocultação das amostras muitas vezes não é relatado e nem implementado, da mesma forma que a ocultação da alocação, mas quando esses dois parâmetros são realizados, produzem resultados mais confiáveis. Entretanto, a randomização das amostras pode não ser necessária em experimentos onde as amostras são homogêneas. (21)

Apesar das limitações, que estão presentes e são inerentes a toda ferramenta de análise, a tecnologia de imagem micro-CT é considerada uma ferramenta precisa para investigar a capacidade de modelagem de instrumentos, comparando a morfologia do canal radicular antes e depois da preparação em dentes extraídos, uma vez que é um método não destrutivo e possibilita uma avaliação tridimensional (3D) do canal radicular. (22,23) Além disso, é uma maneira de padronizar a amostra porque ela garante a comparabilidade da morfologia do canal radicular entre os grupos experimentais na fase inicial do estudo. Um parâmetro importante em estudos avaliados por micro-CT é a quantidade de superfície do canal não preparada. Estudos revelaram que aproximadamente 10 a 50% da área total do canal permanece intocada por instrumentos (24–27) e que quando canais são ovais ou achatados, a superfície não instrumentada varia entre 10 a 80%. (28)

Quanto aos detalhes dos equipamentos, softwares e configurações relevantes usados para adquirir as imagens, os quatro estudos deram informações superficiais sobre os parâmetros utilizados, em relação ao manuseio das imagens na reconstrução e sobre a avaliação. Este método possui alta acuidade, mas a mensuração quantitativa das estruturas internas dos dentes envolve uma complexidade no processamento de dados que depende de algoritmos e softwares gerenciados por humanos e que fazem uso de recursos como reconstrução, registro e segmentação. Isso significa que as paredes do canal podem ter sido preparadas e não consideradas, podendo resultar na subestimação das áreas de canal não instrumentadas. (4,29,30)

Para analisar o risco de viés geral, segundo as recomendações do *Handbook da Cochrane* (31), foram utilizadas as duas formas principais de avaliação que geralmente são complementares. A primeira foi a gráfica, realizada através da avaliação qualitativa gráfico em funil, onde assimetrias sugerem a presença de viés

de publicação, e a segunda foi através de teste de hipóteses, neste caso o teste de Egger, que fornece a probabilidade da distribuição observada ser por acaso. No presente estudo, o teste de Egger demonstrou não haver viés de publicação. Já em relação ao gráfico do funil não foi possível realizar uma conclusão em função do baixo número de estudos incluídos. Tanto a avaliação visual do funil, quanto os testes estatísticos de hipótese normalmente não são sugeridos quando existem menos de dez estudos incluídos na meta-análise, devido ao seu baixo poder para detectar possível viés de publicação. (32,33)

Considerando a relevância clínica dos resultados da medida do tamanho de efeito no presente estudo, sendo uma medida que define de forma mais clara e padronizada a magnitude clinicamente relevante de uma diferença (COHEN, 1992), foi utilizado o *d* de Cohen, resultando em uma magnitude de efeito grande ($d= 1.4$). (34) Podemos interpretar que 85,1% do grupo que usou o inserto ultrassônico após o preparo mecanizado está acima da média do grupo que realizou somente o preparo mecanizado. Além disso, existe 76,9% de chances de uma amostra escolhida aleatoriamente do grupo que usou o inserto ultrassônico após a instrumentação ter uma pontuação mais alta do que uma amostra escolhida aleatoriamente do grupo que realizou somente a instrumentação mecanizada (probabilidade de superioridade). (Cohen's *d* – Apêndice A)

Esta revisão sistemática e meta-análise examinou estudos *in vitro* que avaliaram a redução do número de superfícies não instrumentadas após o uso do inserto ultrassônico associado ao preparo mecanizado, analisados por meio da micro-CT. Com base nos achados, podemos sugerir que todas as técnicas de preparo do canal deixam áreas não instrumentadas relacionadas à anatomia complexa que não condiz com o formato dos instrumentos de preparo. Mas ao realizar um protocolo que associa um inserto ultrassônico para complementar o preparo das áreas que não foram alcançadas pode gerar melhores resultados, aumentando as chances de sucesso do tratamento endodôntico. Para obter uma evidência mais forte e conclusiva, existe uma necessidade evidente de mais estudos de alta qualidade, que sigam o protocolo PRILE, para reportar esse tipo de desfecho, melhorando a qualidade das informações produzidas.

6 CONCLUSÃO

Baseado na evidência científica atual, o resultado dessa revisão sistemática e meta-análise mostrou que o uso do inserto ultrassônico associado ao preparo mecanizado do canal radicular demonstrou que houve redução significativa da porcentagem de superfícies não instrumentadas quando comparado somente à instrumentação mecanizada em canais ovais ou achatados. É interessante que mais estudos futuros bem delineados e padronizados sejam realizados.

REFERÊNCIAS¹

1. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, Clarke M, Devereaux PJ, Kleijnen J, Moher D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *J Clin Epidemiol.* 2009 Oct;62(10):e1-34. doi: 10.1016/j.jclinepi.2009.06.006. Epub 2009 Jul 23. PMID: 19631507.
2. Liang A, Huang L, Li B, Huang Y, Zhou X, Zhang X, Gong Q. Micro-CT Evaluation of Different Root Canal Irrigation Protocols on the Removal of Accumulated Hard Tissue Debris: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med.* 2022 Oct 13;11(20):6053. doi: 10.3390/jcm11206053. PMID: 36294374; PMCID: PMC9605157.
3. De-Deus G, Simões-Carvalho M, Belladonna FG, Cavalcante DM, Portugal LS, Prado CG, Souza EM, Lopes RT, Silva EJNL. Arrowhead design ultrasonic tip as a supplementary tool for canal debridement. *Int Endod J.* 2020 Mar;53(3):410-420. doi: 10.1111/iej.13236. Epub 2019 Nov 7. PMID: 31613994.
4. Rivera-Peña ME, Duarte MAH, Alcalde MP, Furlan RD, Só MVR, Vivan RR. Ultrasonic tips as an auxiliary method for the instrumentation of oval-shaped root canals. *Braz Oral Res.* 2019 Feb 11;33:e011. doi: 10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0011. PMID: 30758408.
5. Santos-Junior AO, Tanomaru-Filho M, Pinto JC, Tavares KIMC, Pivoto-João MMB, Guerreiro-Tanomaru JM. New Ultrasonic Tip Decreases Uninstrumented Surface and Debris in Flattened Canals: A Micro-computed Tomographic Study. *J Endod.* 2020 Nov;46(11):1712-1718. doi: 10.1016/j.joen.2020.07.012. Epub 2020 Jul 16. PMID: 32682793.
6. Tavares KIMC, Pinto JC, Santos-Junior AO, Esteves Torres FF, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M. Combination of a new ultrasonic tip with rotary systems for the preparation of flattened root canals. *Restor Dent Endod.* 2021 Oct 27;46(4):e56. doi: 10.5395/rde.2021.46.e56. PMID: 34909420; PMCID: PMC8636074.
7. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod.* 2007 Feb;33(2):81-95. doi: 10.1016/j.joen.2006.10.008. PMID: 17258622.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

8. Wu MK, R'oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000 Jun;89(6):739-43. doi: 10.1067/moe.2000.106344. PMID: 10846130.
9. Velozo C, Prado VFF, Sousa ISDS, Albuquerque MBA, Montenegro L, Silva S, Silva P, Albuquerque D. Scope of Preparation of Oval and Long-Oval Root Canals: A Review of the Literature. *ScientificWorldJournal.* 2021 Aug 23;2021:5330776. doi: 10.1155/2021/5330776. PMID: 34475808; PMCID: PMC8407989.
10. Versiani MA, Pécora JD, de Sousa-Neto MD. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2011 Jul;37(7):1002-7. doi: 10.1016/j.joen.2011.03.017. Epub 2011 May 12. PMID: 21689560.
11. Elayouti A, Chu AL, Kimionis I, Klein C, Weiger R, Löst C. Efficacy of rotary instruments with greater taper in preparing oval root canals. *Int Endod J.* 2008 Dec;41(12):1088-92. doi: 10.1111/j.1365-2591.2008.01475.x. PMID: 19133098.
12. Versiani MA, Leoni GB, Steier L, De-Deus G, Tassani S, Pécora JD, de Sousa-Neto MD. Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the self-adjusting file, Reciproc, WaveOne, and ProTaper universal systems. *J Endod.* 2013 Aug;39(8):1060-6. doi: 10.1016/j.joen.2013.04.009. Epub 2013 May 22. PMID: 23880278.
13. Espir CG, Nascimento-Mendes CA, Guerreiro-Tanomaru JM, Freire LG, Gavini G, Tanomaru-Filho M. Counterclockwise or clockwise reciprocating motion for oval root canal preparation: a micro-CT analysis. *Int Endod J.* 2018 May;51(5):541-548. doi: 10.1111/iej.12776. Epub 2017 Apr 25. PMID: 28375575.
14. García-Castañeda Z, Gomes-Azevedo S, Flores-Treviño J, González GM, Brasil SC, Souza TM, Rôças IN, Siqueira JF Jr. Shaping ability of BlueShaper, TruNatomy, DC Taper and HyFlex EDM in long oval canals: An ex vivo study. *Int Endod J.* 2023 Jun 19. doi: 10.1111/iej.13945. Epub ahead of print. PMID: 37334880.
15. Marceliano-Alves MF, Sousa-Neto MD, Fidel SR, Steier L, Robinson JP, Pécora JD, Versiani MA. Shaping ability of single-file reciprocating and heat-treated multifile rotary systems: a micro-CT study. *Int Endod J.* 2015 Dec;48(12):1129-36. doi: 10.1111/iej.12412. Epub 2014 Dec 6. PMID: 25400256.

16. Stringheta CP, Bueno CES, Kato AS, Freire LG, Iglecias EF, Santos M, Pelegrine RA. Micro-computed tomographic evaluation of the shaping ability of four instrumentation systems in curved root canals. *Int Endod J.* 2019 Jun;52(6):908-916. doi: 10.1111/iej.13084. Epub 2019 Feb 14. PMID: 30688377.
17. Marques JLC, Freire LG, Scardini IL, Vieira BR, de Sousa FB, Dos Santos M. Shaping efficiency of XP-endo shaper and Mtwo instruments in long oval root canals: A micro-CT study. *Aust Endod J.* 2021 Dec;47(3):624-630. doi: 10.1111/aej.12533. Epub 2021 Jun 7. PMID: 34097325.
18. Zuolo ML, Zaia AA, Belladonna FG, Silva EJNL, Souza EM, Versiani MA, Lopes RT, De-Deus G. Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval-shaped canals. *Int Endod J.* 2018 May;51(5):564-571. doi: 10.1111/iej.12810. Epub 2017 Jul 31. PMID: 28667674.
19. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J.* 2001 Apr;34(3):221-30. doi: 10.1046/j.1365-2591.2001.00373.x. PMID: 12193268.
20. Espir CG, Nascimento-Mendes CA, Guerreiro-Tanomaru JM, Cavenago BC, Hungaro Duarte MA, Tanomaru-Filho M. Shaping ability of rotary or reciprocating systems for oval root canal preparation: a micro-computed tomography study. *Clin Oral Investig.* 2018 Dec;22(9):3189-3194. doi: 10.1007/s00784-018-2411-4. Epub 2018 Mar 10. PMID: 29525921.
21. Nagendrababu V, Murray PE, Ordinola-Zapata R, Peters OA, Rôças IN, Siqueira JF Jr, Priya E, Jayaraman J, J Pulikkotil S, Camilleri J, Boutsoukis C, Rossi-Fedele G, Dummer PMH. PRILE 2021 guidelines for reporting laboratory studies in Endodontology: A consensus-based development. *Int Endod J.* 2021 Sep;54(9):1482-1490. doi: 10.1111/iej.13542. Epub 2021 Jun 13. PMID: 33938010.
22. Siqueira JF Jr, Pérez AR, Marceliano-Alves MF, Provenzano JC, Silva SG, Pires FR, Vieira GCS, Rôças IN, Alves FRF. What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro-computed tomography and histology/scanning electron microscopy. *Int Endod J.* 2018 May;51(5):501-508. doi: 10.1111/iej.12753. Epub 2017 Mar 17. PMID: 28196289.
23. Guedes IG, Rodrigues RCV, Marceliano-Alves MF, Alves FRF, Rôças IN, Siqueira JF Jr. Shaping ability of new reciprocating or rotary instruments with two cross-sectional designs: An ex vivo study. *Int Endod J.* 2022 Dec;55(12):1385-1393. doi: 10.1111/iej.13834. Epub 2022 Sep 29. PMID: 36121392.

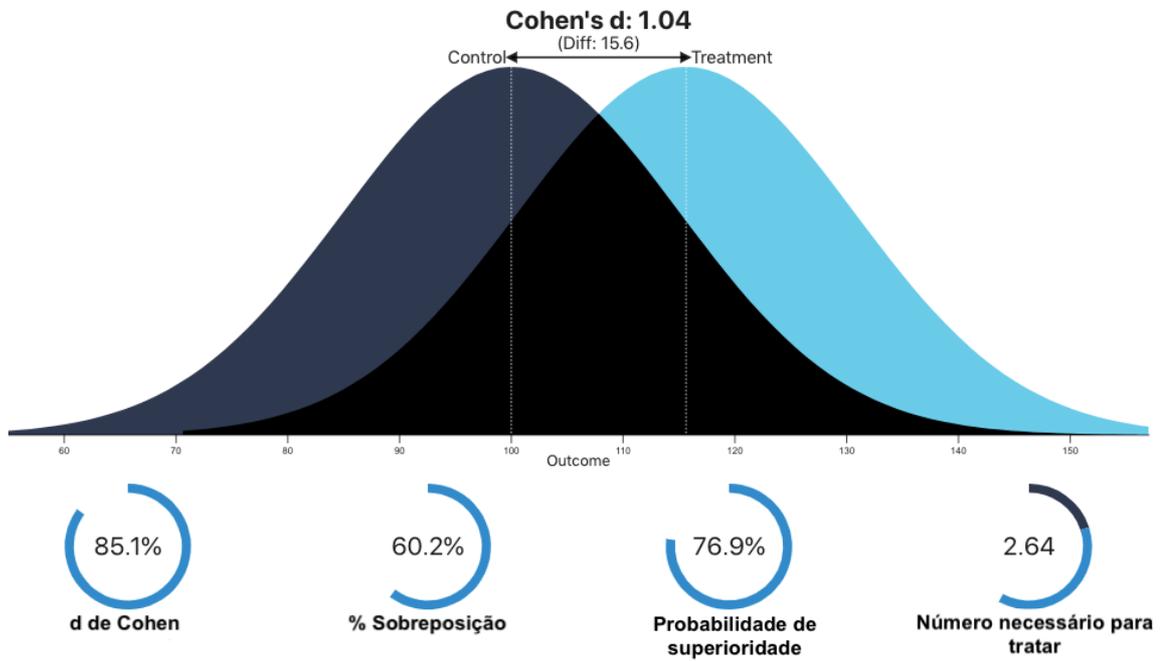
24. Paqué F, Zehnder M, De-Deus G. Microtomography-based comparison of reciprocating single-file F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. *J Endod.* 2011 Oct;37(10):1394-7. doi: 10.1016/j.joen.2011.06.031. Epub 2011 Aug 6. PMID: 21924189.
25. Markvart M, Darvann TA, Larsen P, Dalstra M, Kreiborg S, Bjørndal L. Micro-CT analyses of apical enlargement and molar root canal complexity. *Int Endod J.* 2012 Mar;45(3):273-81. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01972.x. Epub 2011 Nov 2. PMID: 22044111.
26. Siqueira JF Jr, Alves FR, Versiani MA, Rôças IN, Almeida BM, Neves MA, Sousa-Neto MD. Correlative bacteriologic and micro-computed tomographic analysis of mandibular molar mesial canals prepared by self-adjusting file, reciproc, and twisted file systems. *J Endod.* 2013 Aug;39(8):1044-50. doi: 10.1016/j.joen.2013.04.034. Epub 2013 Jun 5. PMID: 23880274.
27. Peters OA, Arias A, Paqué F. A Micro-computed Tomographic Assessment of Root Canal Preparation with a Novel Instrument, TRUShape, in Mesial Roots of Mandibular Molars. *J Endod.* 2015 Sep;41(9):1545-50. doi: 10.1016/j.joen.2015.06.007. Epub 2015 Aug 1. PMID: 26238528.
28. Siqueira Junior JF, Rôças IDN, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Ricucci D. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Braz Oral Res.* 2018 Oct 18;32(suppl 1):e65. doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0065. PMID: 30365606.
29. Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YC, Mazzi-Chaves JF, Carvalho KKT, Barbosa AFS, Versiani MA, Jacobs R, Leoni GB. Root canal preparation using micro-computed tomography analysis: a literature review. *Braz Oral Res.* 2018 Oct 18;32(suppl 1):e66. doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0066. PMID: 30365607.
30. Boutsoukis C, Arias-Moliz MT, Chávez de Paz LE. A critical analysis of research methods and experimental models to study irrigants and irrigation systems. *Int Endod J.* 2022 Apr;55 Suppl 2(Suppl 2):295-329. doi: 10.1111/iej.13710. Epub 2022 Mar 6. PMID: 35171506; PMCID: PMC9314845.
31. Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, Welch VA (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* version 6.3 (updated February 2022). Cochrane, 2022. Available from www.training.cochrane.org/handbook.

32. DeVito NJ, Goldacre B. Catalogue of bias: publication bias. *BMJ Evid Based Med.* 2019 Apr;24(2):53-54. doi: 10.1136/bmjebm-2018-111107. Epub 2018 Dec 6. PMID: 30523135.

33. Spineli LM, Pandis N. Publication bias: Graphical and statistical methods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021 Feb;159(2):248-251. doi: 10.1016/j.ajodo.2020.11.005. PMID: 33546830.

34. Higgins JPT, Li T, Deeks JJ (editors). Chapter 6: Choosing effect measures and computing estimates of effect. In: Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, Welch VA (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* version 6.3 (updated February 2022). Cochrane, 2022. Available from www.training.cochrane.org/handbook.

APÊNDICE A – d de Cohen



Fonte: Magnusson, K. (2023). A Causal Inference Perspective on Therapist Effects. PsyArXiv.

ANEXO A – Checklist do "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis" (PRISMA)



PRISMA 2020 Checklist

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	
ABSTRACT			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	
METHODS			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	

ANEXO A – Checklist do "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis" (PRISMA) - Continuação



PRISMA 2020 Checklist

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
RESULTS			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	
DISCUSSION			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	
OTHER INFORMATION			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	

From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71

For more information, visit: <http://www.prisma-statement.org/>

ANEXO B – PRILE

PRILE 2021

Checklist of items to be included when reporting laboratory studies in Endodontology*

Section/ Topic	Item Number	Checklist Items	Reported on page number
Title	1a	The Title must identify the study as being laboratory-based, e.g. "laboratory investigation" or " <i>in vitro</i> ," or " <i>ex vivo</i> " or a nother appropriate term	
	1b	The area/field of interest must be provided (briefly) in the Title	
Keywords	2a	At least two keywords related to the subject and content of the investigation must be provided	
Abstract	3a	The rationale/justification of what the investigation contributes to the literature and/or addresses a gap in knowledge must be provided	
	3b	The aim/objectives of the investigation must be provided	
	3c	The body of the Abstract must describe the materials and methods used in the investigation and include information on data management and statistical analysis	
	3d	The body of the Abstract must describe the most significant scientific results for all experimental and control groups	
	3e	The main conclusion(s) of the study must be provided	
Introduction	4a	A background summary of the scientific investigation with relevant information must be provided	
	4b	The aim(s), purpose(s) or hypothesis(es) of an investigation must be provided ensuring they align with the methods and results	
Materials and Methods	5a	A clear ethics statement and the ethical approval granted by an ethics board, such as an Institutional Review Board or Institutional Animal Care and Use Committee, must be described	
	5b	When harvesting cells and tissues for research, all the legal, ethical, and welfare rights of human subjects and animal donors must be respected and applicable procedures described	
	5c	The use of reference samples must be included, as well as negative and positive control samples, and the adequacy of the sample size justified	
	5d	Sufficient information about the methods/materials/supplies/samples/specimens/instruments used in the study must be provided to enable it to be replicated	
	5e	The use of categories must be defined, reliable and be described in detail	
	5f	The numbers of replicated identical samples must be described within each test group. The number of times each test was repeated must be described	
	5g	The details of all the sterilization, disinfection, and handling conditions must be provided, if relevant	
	5h	The process of randomization and allocation concealment, including who generated the random allocation sequence, who decided on which specimens to be included and who assigned specimens to the intervention must be provided (if applicable)	
	5i	The process of blinding the operator who is conducting the experiment (if applicable) and the examiners when assessing the results must be provided	

ANEXO B – PRILE (continuação)

	5j	Information on data management and analysis including the statistical tests and software used must be provided	
Results	6a	The estimated effect size and its precision for all the objective (primary and secondary) for each group including controls must be provided	
	6b	Information on the loss of samples during experimentation and the reasons must be provided, if relevant	
	6c	All the statistical results, including all comparisons between groups must be provided	
Discussion	7a	The relevant literature and status of the hypothesis must be described	
	7b	The true significance of the investigation must be described	
	7c	The strength(s) of the study must be described	
	7d	The limitations of the study must be described	
	7e	The implications for future research must be described	
Conclusion(s)	8a	The rationale for the conclusion(s) must be provided	
	8b	Explicit conclusion(s) must be provided, i.e. the main "take-away" lessons	
Funding and support	9a	Sources of funding and other support (such as supply of drugs, equipment) as well as the role of funders must be acknowledged and described	
Conflicts of interest	10a	An explicit statement on conflicts of interest must be provided	
Quality of images	11a	Details of the relevant equipment, software and settings used to acquire the image(s) must be described in the text or legend	
	11b	If an image(s) is included in the manuscript, the reason why the image(s) was acquired and why it is included must be provided in the text	
	11c	The circumstances (conditions) under which the image(s) were viewed and evaluated must be provided in the text	
	11d	The resolution and any magnification of the image(s) or any modifications/enhancements (e.g. brightness, image smoothing, staining etc.) that were carried out must be described in the text or legend	
	11e	An interpretation of the findings (meaning and implications) from the image(s) must be provided in the text	
	11f	The legend associated with each image must describe clearly what the subject is and what specific feature(s) it illustrates	
	11g	Markers/labels must be used to identify the key information in the image(s) and defined in the legend	
	11h	If relevant, the legend of each image must include an explanation whether it is pre-experiment, intra-experiment or post-experiment and, if relevant, how images over time were standardised	

*From: Nagendrababu V, Murray PE, Ordinola-Zapata R, Peters OA, Rôças IN, Siqueira JF Jr, Priya E, Jayaraman J, Pulkotil SJ, Camilleri J, Boutsoukis C, Rossi-Fedele G, Dummer PMH (2021) PRILE 2021 guidelines for reporting laboratory studies in Endodontology: a consensus-based development. *International Endodontic Journal* May 3. doi: 10.1111/iej.13542. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/iej.13542>

For further details visit: <http://pride-endodonticguidelines.org/prile>